

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 40 17 184 A 1

⑤① Int. Cl. 5:
B 01 D 39/08

②① Aktenzeichen: P 40 17 184.1
②② Anmeldetag: 29. 5. 90
②③ Offenlegungstag: 6. 12. 90

DE 4017184 A1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
01.06.89 US 360001

⑦① Anmelder:
Hollingsworth & Vose Co., East Walpole, Mass., US

⑦④ Vertreter:
von Kreisler, A., Dipl.-Chem.; Selting, G., Dipl.-Ing.;
Werner, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Schönwald, K.,
Dr.-Ing.; Fues, J., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Böckmann
gen. Dallmeyer, G., Dipl.-Ing.; Hilleringmann, J.,
Dipl.-Ing.; Jönsson, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 5000 Köln

⑦② Erfinder:
Porter, Kevin W., Townsend, Mass., US

BEST AVAILABLE COPY

⑤④ Prägbares Filtergewebe

Thermoformbares luftdurchlässiges kohärentes Filterge-
webe, enthaltend ein Gemisch aus Glaswollefasern und ge-
schnittenen Strangglasfasern zusammen mit einem polymere-
ren Bindemittel, welches bei einer Temperatur von 93,3 bis
176,7° C (200 bis 350° F) wärmeformbar ist und dazu in der
Lage ist, beim Erhitzen auf eine Temperatur über 137,8° C
(280° F) zu vernetzen. Das Gewebe kann im trockenen Zu-
stand ohne zu brechen oder zu reißen geprägt werden.

DE 4017184 A1

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft ein thermoformbares, luftdurchlässiges, kohärentes Filtergewebe, umfassend Glasfasern und ein Bindemittel und angepaßt, um geprägt und gefaltet zu werden, um einen Luftfilter zu bilden.

5 Gefaltete Blatt- oder Glasfasergewebefilter werden vorzugsweise wegen ihres hohen Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnisses in einer Vielzahl von Situationen eingesetzt. Für maximale Wirksamkeit ist es wichtig, einen geeigneten Zwischenraum zwischen gegenüberliegenden Falten während der Verwendung aufrechtzuerhalten. Dieser Zwischenraum wird entweder durch einen einzelnen Abstandhalter oder ein Trennelement gewonnen, das dem Filter zugefügt wird oder dadurch, daß das Blatt oder Gewebe selbst mit Prägungen oder Deformationen wie Mulden versehen wird, um den Raum zwischen benachbarten Faltungen nach dem Falten beizubehalten.

10 Es wurde früher von Mathews et al. in US-PS 30 35 965 vorgeschlagen, ein Papier aus Glasfasern mit weniger als 2,5 µm Durchmesser zu bilden, welches mit einem thermoplastischen Polymer überzogen ist. Allerdings mangelte es dem Papier an geschnittenen Strangfasern mit einem größeren Durchmesser.

Powell et al. beschreibt in US-PS 43 18 774 ein zusammengesetztes nicht-gewebtes Gewebe aus Glasfasern und Textilfasern mit einem thermoplastischen Bindemittel.

15 Klein beschreibt in US-PS 42 86 977 einen Luftfilter, bestehend aus Glasfasern mit kleinem Durchmesser, Textilfasern und einem thermoplastischen Bindemittel.

Buckman beschreibt in GB-PS 8 74 383 (1961) ein gefaltetes Luftfilter, welches eingeprägte Abstandhalter aufweist, die aus Filterpapier hergestellt sind, welches mit einem synthetischen Harz imprägniert ist.

20 Das Bulletin Nr. 815E der Flanders Filter Inc. (1987) beschreibt ebenfalls ein gefaltetes Luftfilter mit Mulden. Es wird angenommen, daß es üblich war, eine derartige Prägung oder Deformation während der Formung des Gewebes oder Blattes durchzuführen, während es noch im nassen Zustand einer Fourdrinier-Maschine ist. Versuche, das Blatt oder Gewebe nach dem Trocknen zu prägen, waren wegen der Tendenz des Gewebes zu reißen oder zu brechen erfolglos. Hierdurch wurde die Kohärenz und Wirksamkeit zerstört. Da die meisten

25 Filterhersteller oder -fertiger das Filterblatt oder Gewebematerial nicht selbst herstellen, aber trotzdem eine Vielzahl von Mustern und Zwischenräumen für die Prägung wünschen, um das Gewebe für die individuell gestalteten Konstruktionen für Faltenfilter, die für bestimmte Anwendung angepaßt sind, passend zu machen, besteht ein Bedarf für ein gleichmäßiges, trockenes, weiches, oberflächenbehandeltes Gewebe oder Blatt eines Glasfaserfiltermaterials, welches mit einer einfachen und billigen Ausrüstung, wie einem Paar Prägewalzen, die

30 das gewünschte Muster besitzen, geprägt oder deformiert werden kann. Es wurde nun gefunden, daß ein trockenes Blatt eines Glasfaserfiltermaterials, welches bestimmte typische Eigenschaften besitzt, ohne weiteres im trockenen Zustand geprägt werden kann, ohne zu brechen oder zu reißen, einfach dadurch, daß man es auf eine Temperatur von 93,3 bis 176,7°C (200 bis 350°F) erhitzt und es zwischen Prägerollen durchlaufen läßt. Das Blatt ist ein thermoformbares, luftdurchlässiges, kohärentes Filtergewebe, umfassend ein Glasfasergemisch, das im wesentlichen aus (1) 5 bis 35 Gew.-% geschnittenen Strangfasern mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 3 bis 19 mm und einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 6 bis 20 µm, und (2) Rest Glaswolle, mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 0,1 bis 5 mm und einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 0,2 bis 6 µm besteht, zusammen mit einem thermoplastischen, polymeren Bindemittel, welches vernetzen kann, wenn man es auf eine Temperatur von 137,8°C (280°F) oder darüber

40 erhitzt, wobei der Anteil dieses Bindemittels zwischen 2 und 30 Gew.-% des gesamten Glasfasergemisches und Binders beträgt und das Gewebe eine Dicke zwischen 0,0305 und 0,102 cm (0,012 – 0,040 in.), eine Zugfestigkeit (MD) von 0,452 bis 2,825 J (4 – 25 lb/in. width) und eine Zugfestigkeit (CD) von 0,226 bis 1,356 J (2 – 12 lb/in. width) und ein Basisgewicht von 18,12 bis 45,3 kg/278,71 m² (40 – 100 lb/3000 sq.ft.) besitzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das Blatt eine Dehnung von mindestens 2% beim Prägen bei 45 93,3°C (200°F) über einer Erhebung, die einen Querschnitt in der Form eines Kreissegments mit einer Höhe von 2 mm und einer Breite von 8,5 mm besitzt, und es behält eine permanente Dehnung von wenigstens 1% innerhalb dieser Prägung nach dem Prägen bei, selbst wenn es anschließend auf 137,8°C (280°F) oder darüber erhitzt wird, um die Vernetzung zu beschleunigen oder zu vervollständigen und auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

50 In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung enthält das Glasfasergemisch 8 bis 15 Gew.-% geschnittene Strangfasern, wobei die geschnittenen Strangfasern eine durchschnittliche Länge von 6 bis 13 mm besitzen, die Bindemittelzusammensetzung zwischen 3 und 6 Gew.-% des Gesamtgewichts beträgt, das Gewebe ein Basisgewicht von 24,91 bis 33,98 kg/278,71 m² (55 – 75 lb/3000 sq.ft.) hat, eine Gurley-Steifheit von wenigstens 1500 mg hat und es nach dem Prägen bei 93,3°C (200°F) auf einer Erhebung, die einen Querschnitt in der Form eines

55 Kreissegments mit einer Höhe von 2 mm und einer Breite von 8,5 mm besitzt, eine permanente Dehnung von 1 bis 5% beibehält, selbst wenn anschließend auf 137,8°C (280°F) oder höher erhitzt wird, um die Vernetzung zu beschleunigen oder zu vervollständigen, und auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Das Einkerbigen des trockenen Gewebes um das Falten zur Bildung von Falten zu erleichtern, wird vorzugsweise auf dem nicht-erhitzten Gewebe vor dem Erhitzen und Prägen durchgeführt.

60 Ein gewisses Vernetzen des Binders kann während des Prägeschritts auftreten, in Abhängigkeit von der Temperatur auf welche das Gewebe erhitzt wurde und der Zeitdauer, die für den Prägeschritt benötigt wird. Weitere Vernetzung durch weiteres Erhitzen nach dem Prägen und/oder selbst nach dem Sammeln des Gewebes in der gefalteten Form kann stattfinden.

Weitere Eigenschaften des Gewebes werden durch die nachfolgende Beschreibung offenbart.

65 Die Glasfaser in dem Gewebe umfaßt ein Gemisch von zwei Typen oder Klassen von Fasern, zum einen geschnittene Glasfaser und zum anderen Glaswolle, welche die Dimensionen und Abmessungen wie oben ausgeführt besitzen. Derartige Fasern werden in einfacher Weise von einer Vielzahl von Quellen erhalten. Das Gemisch kann mit üblichen Verfahren und Ausrüstungen hergestellt werden. Trockenes Vermischen kann

durchgeführt werden, aber es wird bevorzugt, nasses Vermischen anzuwenden, in welchem die Fasern in einem wäßrigen Medium in einem Holländer oder Stofflöser oder einem Bottich mit hoher Schermischung dispergiert werden, vorzugsweise unter Zusatz einer Säure, um die Trennung der Glasfasern zu erleichtern und zu unterstützen.

Das Bindemittel, welches benötigt wird, um dem Produkt die notwendige Kohärenz und andere physikalische Eigenschaften zu verleihen, kann dem Fasergemisch während oder nach Herstellung des Gemisches zugesetzt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fasergemisch zunächst auf einer Fourdrinier-Maschine in ein Gewebe oder Blatt geformt und anschließend wird das Gewebe oder Blatt mit einer wäßrigen Dispersion des Bindemittels gesättigt. Überschüssiges Wasser wird anschließend auf der Fourdrinier-Maschine durch Absaugen entfernt und das Gewebe oder Blatt in der üblichen Weise auf beheizten Trockendosen getrocknet.

Das Bindemittel ist in Form eines thermoplastischen Materials wie Vinyl- oder Vinylidenpolymere oder -copolymere, das in der Lage ist, zu vernetzen, wenn man es auf eine Temperatur von 137,8°C (280°F) oder darüber erhitzt. Die Fähigkeit zur Vernetzung kann durch Miteinbeziehen eines Vernetzungsmittels hergestellt werden, welches mit Restvinylgruppen oder anderen reaktiven Gruppen, wie Carboxylgruppen, in dem thermoplastischen Polymer oder Copolymer reagieren kann oder durch Vermischen des Vinyl- oder Vinylidenpolymers oder -copolymers mit einem zweiten Harz oder Polymermaterial, welches vernetzen kann, wenn es erhitzt wird, so wie Harnstoff-Formaldehydharz, Melamin-Formaldehydharz, Phenol-Formaldehydharz, Epoxidharz oder ähnliches. Für beste Ergebnisse ist es wünschenswert, daß das thermoplastische Bindemittelmaterial eine Glasübergangstemperatur (T_g) von +10°C bis +50°C besitzt und daß es fähig ist, die Thermoplastizität beizubehalten, wenn es auf eine Temperatur bis zu 137,8°C (280°F) erhitzt wird. Unter geeigneten Bindemitteln oder vernetzbaren Materialien sind Copolymere von Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Vinylacetat, Acrylsäureester, Acrylnitril usw. Die Fähigkeit zur Vernetzung wird durch Comonomere hergestellt, die z.B. angehängte Carboxylgruppen besitzen oder durch Gemische mit Harnstoff-Formaldehyd oder anderen härtbaren Materialien. Die Vernetzung ist durch Erhitzen auf eine Temperatur von mindestens 137,8°C (280°F) oder darüber aktivierbar.

Die nachfolgenden speziellen Beispiele sollen das Wesen der Erfindung veranschaulichen, ohne sie zu beschränken.

Beispiel 1

Ein Gemisch aus geschnittenen Strangglasfilamenten oder Fasern (Durchmesser 6,5 µm) und flammengeblasen Glasmikrofasern oder -wolle (Durchmesser 0,65 bis 2,7 µm) wurde aus den folgenden Komponenten hergestellt:

	Glasfasern Nenn-Durch- messer, µm	Nenn-Länge, mm
Code 104	0,4	0,2—1
Code 106	0,65	0,5—0,8
Code 110	2,7	0,8—1,2
DE 1/2" 636	6,5	12,5

Code 104, 106 und Code 110 sind Glasmikrofasern, die von der Manville Corp. aus einem Type 475 Borsilicatglas hergestellt wurden.

Die DE 1/2" 636 wird von der Owens-Corning aus üblichem E-Glas hergestellt. Drei verschiedene Gemische der Fasern wurden mit den nachfolgenden Gewichtsteilen hergestellt:

	Glasfasern		
	A	B	C
Code 104	4,4	2,5	8,4
Code 106	70,5	60,6	46,3
Code 110	15,7	17,4	36
DE 1/2" 636	9,4	9,5	11,3

Die Fasern wurden so gemischt, daß sie eine Aufschlämmung mit einem Feststoffanteil von 5% in Wasser bildeten, welches mit Schwefelsäure auf einen pH von 2,7 eingestellt war. Die Aufschlämmung wurde in einem Mischbottich mit hoher Scherung hergestellt. Nach anfänglicher Dispersion und Mischung wurde die Aufschlämmung auf 2 Gew.-% verdünnt und in den Kopfbehälter einer Fourdrinier dosiert, wo sie weiter auf einen Feststoffanteil von etwa 0,1 bis 0,5% verdünnt wurde, um eine gleichmäßige Faserverteilung sicherzustellen. Nach anfänglicher Bildung einer Fasermatte auf dem Fourdrinier-Sieb wurde jedes der Gemische A und B mit einer wäßrigen Dispersion, die 3 bis 5 Gew.-% des Bindemittels enthält, gesättigt. Das Bindemittel bestand aus

einer Mischung aus 30 Gew.-Teilen eines Copolymers von Vinylidenchlorid und Acrylsäureester (GEON 660X 14) mit einer T_g von 14°C und 70 Gew.-Teilen eines Copolymers von Vinylchlorid/ Acrylsäureester (GEON 460X 47) mit einer T_g von 46°C . Beide Copolymere besitzen inhärent hitzereaktive, selbstvernetzende, funktionelle Amidseitengruppen, die bei einer Temperatur von $137,8^\circ\text{C}$ (280°F) aktiviert werden. Derartige Copolymere sind bei The B.F. Goodrich Company erhältlich. Überschüssiges Bindemittel und Wasser wurde von dem Fourdrinier-Sieb entfernt, und das Glasfaser-Bindemittel-Gewebe wurde auf übliche Weise auf dampfbeheizten Trockendosen getrocknet. Drei verschiedene Gewebe mit drei verschiedenen Basisgewichten von 24,91, 28,09 und $31,71\text{ kg}/278,71\text{ m}^2$ (55, 62 und 70 lb/3000 sq.ft.) wurden so hergestellt.

Die Fasermischung C wurde ebenfalls wie oben beschrieben behandelt, außer daß das Bindemittel aus 15 Gew.-Teilen GEON 660X 14 und 85 Teilen GEON 460X 57 bestand. Das resultierende Gewebe hatte ein Basisgewicht von $31,71\text{ kg}/278,71\text{ m}^2$ (70 lb/3000 sq.ft.).

Die vier Gewebe hatten die folgenden Eigenschaften:

15	Testverfahren	Fasergemisch			
		A	A	B	C
	Bindemittel	TAPPI T 413-80	5,5	5,5	5,5
	Basisgewicht $\text{kg}/278,71\text{ m}^2$	TAPPI T 410-79	24,91	28,09	31,71
20	(1b/3000 sq.ft.)		(55)	(62)	(70)
	Caliper, cm	TAPPI T 411-76	0,0483	0,0559	0,0635
	(in.)		(0,019)	(0,022)	(0,025)
	Zugfestigkeit (MD) J*	TAPPI T 494-70	0,904	1,243	1,469
	(1b/in.width*)		(8,0)	(11,0)	(13,0)
25	Dehnung (MD), %*	TAPPI T 494-70	1,6	1,6	1,5
	Zugfestigkeit (CD) J*	TAPPI T 494-70	0,621	0,904	1,13
	(1b/in.width*)		(5,5)	(8,0)	(10,0)
	Dehnung (CD), %*	TAPPI T 494-70	1,9	1,9	2,2
30	Gurley-Steifigkeit (MD), mg	TAPPI T 543-84	1800	2600	3400
	*) bei $22,2^\circ\text{C}$ (72°F)				2967

Jedes Blatt konnte man mit Infrarot auf eine Temperatur von $148,9^\circ\text{C}$ (300°F) erhitzen und, während es noch heiß war, zügig durch ein Paar Polyurethan-Prägewalzen führen und so einer Prägung über einer Rippe oder Erhebung aussetzen, die einen Querschnitt in der Form eines Kreissegments mit einer Höhe von 2 mm und eine Breite von 8,5 mm besaß, ohne zu reißen oder zu brechen. Jedes Blatt konnte auch eingekerbt und zu Falten mit einer Höhe von 2,54 cm (1 in.) bis etwa 22,86 cm (9 in.) gefaltet werden. Die gegenüberliegenden Seiten der Falten blieben durch die Prägungen bei einer Faltdichte von 4 bis 12 Falten pro 2,54 cm (pro inch) in Abstand zueinander.

Nach den Einkerbungs- und Prägungsschritten wurde die Temperatur des Gewebes auf über $137,8^\circ\text{C}$ (280°F) erhöht, um die Vernetzung des Bindemittels zu bewerkstelligen, wobei die die Steifigkeit und die Form beibehaltenden Eigenschaften des Filtergewebes erhöht werden. Das fertige gefaltete Filtermedium behält in jedem Fall den Abstand zwischen den Falten unter einer Vielzahl von Bedingungen bei und zeigte eine hohe Wirksamkeit bei der Luftfiltration, wie durch die nachfolgenden Beispiele gezeigt wird:

50		A	B	C	D
	Luftwiderstand, mm H_2O (ASTM F-778-82)	38	38	46	34,5
	DOP-Penetration, % (ASTM D2986-71)	0,005	0,009	0,001	0,015

Im allgemeinen zeigen die Produkte der vorliegenden Erfindung, nachdem sie geprägt und vollständig vernetzt sind, einen Luftwiderstand (ASTM F-778-82) von 0,5 bis 70 mm H_2O und eine DOP-Penetration (ASTM D2986-71) von 0 bis 99%. Wenn der Bindemittel-Anteil in dem Produkt gemäß dieser Erfindung unter 7% liegt, bestehen die Filter, wenn sie mit einer geeigneten Abdichtung konstruiert sind, den Test UL 900, Klasse 1.

Patentansprüche

1. Thermoformbares, luftdurchlässiges, kohärentes Filtergewebe, umfassend ein Glasfasergemisch, das im wesentlichen aus (1) 5 bis 35 Gew.-% geschnittenen Strangfasern mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 3 bis 19 mm und einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 6 bis $20\text{ }\mu\text{m}$ und (2) Rest Glaswolle mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 0,1 bis 5 mm und einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 0,2 bis $6\text{ }\mu\text{m}$ besteht, einem thermoplastischen, polymeren Bindemittel, das zur Vernetzung beim Erhitzen auf eine Temperatur von über $137,8^\circ\text{C}$ (280°F) in der Lage ist, wobei der Anteil von dem Bindemittel zwischen 2 und 30 Gew.-% des gesamten Glasfasergemisches und des Bindemittels beträgt, das Gewebe eine Dicke von 0,0305 bis 0,102 cm (0,012 bis 0,040 in.) aufweist, eine Zugfestigkeit (MD) von 0,452 bis 2,825 J

(4 bis 25 lb/in. width) und eine Zugfestigkeit (CD) von 0,226 bis 1,356 J (2 bis 12 lb/in. width) und ein Basisgewicht von 18,12 bis 45,3 kg/278,71 m² (40 bis 100 lb/3000 sq.ft.) aufweist.

2. Thermoformbares Filtergewebe nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß das Gewebe eine Dehnung von mindestens 2% ohne Brechen oder Reißen während der Prägung bei 93,3°C (200°F) über einer Erhebung mit einem Querschnitt in der Form eines Kreissegments mit einer Höhe von 2 mm und einer Breite von 8,5 mm aufweist und eine dauerhafte Dehnung von mindestens 1% innerhalb dieser Prägung nach dem Vernetzen und Kühlen auf Raumtemperatur beibehält.

3. Thermoformbares Filtergewebe nach Anspruch 1 oder 2, in welchem das Fasergemisch im wesentlichen aus (1) 8 bis 15 Gew.-% der geschnittenen Strangfasern und der Rest aus der genannten Glaswolle besteht und der Anteil des Bindemittels 3 bis 6 Gew.-% beträgt.

4. Thermoformbares Filtergewebe nach Anspruch 2, in welchem das Gewebe ein Basisgewicht von 24,91 bis 33,98 kg/278,71 m² (55 – 75 lb/3000 sq.ft.) besitzt und eine dauerhafte Dehnung von 1 bis 5% innerhalb der Prägung nach der Vernetzung und dem Abkühlen beibehält.

5. Thermoformbares Filtergewebe nach Anspruch 1, wobei das Fasergemisch im wesentlichen aus (1) 8 bis 15% geschnittenen Strangfasern mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 6 bis 13 mm und (2) Rest Glasfaserwolle mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 1 bis 3 mm besteht, wobei der Anteil des Bindemittels 3 bis 6 Gew.-% beträgt, das Gewebe eine Dicke von 0,0305 bis 0,0762 cm (0,012 – 0,030 in.), eine Gurley-Steifigkeit (MD) von mindestens 1500 mg aufweist und eine dauerhafte Dehnung von 1 bis 5% innerhalb der Prägung nach der Vernetzung und dem Abkühlen beibehält.

— Leerseite —

Equivalent to
DE-4017184 ✓

(12) **UK Patent Application** (19) **GB** (11) **2 234 251** (13) **A**
(43) Date of A publication 30.01.1991

(21) Application No 9012215.1

(22) Date of filing 01.06.1990

(30) Priority data

(31) 360001

(32) 01.06.1989

(33) US

(71) Applicant

Hollingsworth & Vose Company

(Incorporated in the USA - Massachusetts)

112-B Washington Street, East Walpole,
Massachusetts, 04101, United States of America

(72) Inventor

Kevin W Porter

(74) Agent and/or Address for Service

Kilburn and Strobe

30 John Street, London, WC1N 2DD, United Kingdom

(51) INT CL⁵

C08K 7/14, C08L 27/06 33/00 // B01D 39/14

(52) UK CL (Edition K)

C3K KMA K110

C3M MFC M114 M115 M116 M120 M121 M153

M154 M157 M158 M202

U1S S1604 S3017 S3023 S3052

(56) Documents cited

US 4710520 A

US 4293378 A

(58) Field of search

UK CL (Edition K) C3C; C3K KMA KXX, C3M MFC
MFZ ML MXZ, C3V VDP VDR VDS VDT VDX VEF
VEG

INT CL⁵ B01D

Online databases: WPI

(54) **Filter material**

(57) A thermoformable air permeable coherent filter web contains a blend of glass wool fibres with chopped strand glass fibres together with a polymeric binder thermoformable at a temperature from 200-350°F and capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature above 280°F. The web is capable of being embossed in the dry state without cracking or splitting and is useful for making air filters.

GB 2 234 251 A

FILTER MATERIAL

This invention relates to a thermoformable air permeable coherent filter web comprising glass fibres and a binder suitable to be embossed and pleated to form an air filter.

Pleated sheet or web glass fibre air filters are desirably employed in a variety of settings because of their high surface-to-volume ratio. For maximum efficiency it is important to maintain adequate spacing between adjacent pleats during use; this spacing is achieved either by a separate spacer or separator element added to the filter, or by providing embossings or deformations such as dimples in the sheet or web itself which serve to maintain space between adjacent folds after pleating.

It has previously been proposed in Mathews et al U.S. Patent No. 3,035,965 to form a paper of glass fibres of less than 2.5 microns diameter coated with a thermoplastic polymer, but the paper lacked chopped strand fibres of larger diameter. Powell et al U.S. Patent No. 4,318,774 describes composite non-woven web of glass fibres and textile fibres with a thermoplastic binder. Klein U.S. Patent No. 4,286,977 describes an air filter comprising small diameter glass fibres, textile fibres and a thermoplastic binder. Buckman U.K. Patent No. 874,383 (1961) describes a pleated air filter having embossed spacers made of synthetic resin impregnated filter paper. Bulletin No. 815E of

Flanders Filter Inc. (1987) also describes a dimpled and pleated air filter. It is believed that it has been the practice to carry out such embossing or deformation during formation of the web or sheet, while it is still in the wet stage of a Fourdrinier machine. Attempts to emboss the sheet or web after drying have not met with success because of the tendency of the web to split or crack, thus destroying its coherency and effectiveness. Since most filter manufacturers or fabricators do not themselves manufacture the filter sheet or web material but nevertheless desire to have a variety of patterns and spacings for the embossing in order to fit the web for the individually designed pleated filter constructions adapted for particular uses, there is a need for a uniform, dry smooth surfaced web or sheet of glass fibre filter material which can be embossed or deformed with simple and inexpensive equipment such as a pair of embossing rolls having the desired pattern.

Thus according to a first aspect of the present invention there is provided a thermoformable filter material, which may be in sheet form, such as an air permeable coherent filter web, which comprises a glass fibre blend consisting essentially of (A) 5-35% by weight of chopped strand fibres having average fibre length of 3-19mm and average fibre diameters of 6-20 micrometers, and (B) the balance glass wool having average fibre lengths of 0.1-5mm and average fibre diameters of 0.2-6 micrometers;

a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross linking upon heating to a temperature of 280°F or above, the amount of the binder being from 2-30% by

weight of the total glass fibre blend and binder;

the material may preferably have a thickness from 0.012-0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4-25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2-12 lb/inch width, and a basis weight from 40-100 lb/3000 sq.ft.

The Applicants have found that a dry sheet of this (glass fibre) filter material having certain important characteristics can readily be embossed in a dry state without cracking or splitting simply by heating it to a temperature of 200°-350°F and passing it between embossing rolls.

Preferably the material, e.g. a sheet, exhibits an elongation of at least 2.0% upon embossing at 200°F over a boss having a cross section in the form of a segment of a circle having a height of 2mm and a width of 8.5mm. Preferably the material also retains a permanent elongation of at least 1.0% within the embossment after embossing (even when subsequently heated to 280°F or higher) to advance or complete the cross-linking, and cooling to room temperature.

Suitably the material has one or more of the following characteristics:

- (a) the glass fibre blend contains 8-15%, such as 9-12%, by weight of chopped strand fibres;
- (b) the chopped strand fibres have average lengths of 6-13mm;
- (c) the binder composition is present from 3-6%, e.g. 5.3-5.6%, by weight of the total;
- (d) the material has a basis weight from 55-75 lb/3000

sq.ft. width;

(e) a Gurley stiffness of at least 1500mg, e.g. 1800mg;

(f) it retains, after embossing at 200°F over a boss having a cross section in the form of a segment of a circle having a height of 2mm and a width of 8.5mm, a permanent elongation of 1-5% even when subsequently heated to 280°F or higher to advance or complete the cross-linking, after cooling to room temperature.

Scoring of the dry material, e.g. web, to facilitate folding to form pleats is preferably carried out on the unheated web before heating and embossing.

Some cross-linking of the binder may occur during the embossing step, depending on the temperature to which the web is heated and the length of time required for embossing; additional cross-linking by further heating after embossing and/or even after collecting the web in pleated form may take place.

The binder is preferably a thermoplastic material such as a vinyl or vinylidene polymer or copolymer which is suitably capable of cross-linking when heated to a temperature of 280°F or above. The cross-linking capability can be provided by incorporating a cross-linking agent capable of reacting with residual vinyl groups or with other reactive moieties such as carboxyl groups in the thermoplastic polymer or copolymer, or by blending with the vinyl or vinylidene polymer or copolymer a second resin or polymeric material capable of undergoing cross-linking when heated such as an aldehyde resin, e.g. a urea-formaldehyde resin,

melamine-formaldehyde resin, phenol-formaldehyde resin, an epoxy resin or the like. For best results it is desirable that the thermoplastic binder material has a glass transition temperature (T_g) of $+10^{\circ}\text{C}$ to $+50^{\circ}\text{C}$ and that it is capable of retaining thermoplasticity when heated to a temperature up to 280°F . Among suitable binders or cross-linkable materials are copolymers of vinyl chloride, vinylidene chloride, vinyl acetate, acrylic esters, acrylonitriles, and the like; the cross-linking capability may be provided by comonomers having pendant carboxyl groups, for example, or by blends with urea-formaldehyde or other thermosetting materials; the cross-linking is suitably activatable by heating to a high temperature of at least 280°F or more.

A second aspect of the present invention relates to a process for the preparation of a thermoformable filter material, the process comprising admixing:

(A) 5 to 35% by weight of chopped strand fibres having average fibre lengths of 3 to 19 mm and average fibre diameters of 6 to 20 micrometers;

(B) the balance of glass wool having average fibre lengths of 0.1 to 5mm and average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers; and

(C) a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature above 280°F ;

this may thereby form a material having a thickness from 0.012 to 0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width, and a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

The admixing is preferably by wet blending, such as to form a slurry. Suitably the chopped strand fibres and glass wool are first blended to form a glass blend and contacted with an aqueous dispersion of the binder. Preferably this is then dried.

The glass fibre in the material, e.g. web preferably comprises a blend of two types or classes of fibres, one chopped glass fibres and the other glass wool having the preferred dimensions and proportions described. Such fibres are readily obtained from a variety of sources. The blend may be prepared by conventional procedures and equipment. Dry blending can be employed, but it is preferred to employ wet blending in which the fibres are dispersed in an aqueous medium in a beater or pulper or a high shear mixing vat, preferably with the addition of acid to facilitate and assist in the separation of the glass fibres. The binder preferred to provide the necessary coherence and other physical properties to the product may be mixed with the fibre blend during or after preparation of the blend. In a preferred process, the fibre blend is first formed into a web or sheet on a Fourdrinier machine, after which the web or sheet is saturated with an aqueous dispersion of the binder; excess water is then removed by suction on the Fourdrinier and the web or sheet is dried in the usual manner on heated drying cans.

A third aspect of the present invention relates to a process for the preparation of a filter, e.g. an air filter, the process comprising embossing and/or pleating a thermoformable filter material, the material

comprising:

a glass fibre blend comprising (A) 5 to 35% by weight of chopped strand fibres having average fibre lengths of 3 to 19 mm and average fibre diameters of 6 to 20 micrometers, and (B) the balance glass wool having average fibre lengths of 0.1 to 5mm and average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers;

a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature of above 280°F; the amount of the binder being from 2 to 30% by weight of the total glass fibre blend and binder;

the material preferably has a thickness from 0.012 to 0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width, and a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

Preferably this process is preceded by scoring the material to assist pleating. The process preferably additionally comprises embossing the material, such as by heating the material up to 280° to 350°F, e.g. about 300°F, and passed through embossing rolls. The heating is suitably by infra-red radiation. Advantageously the material is then heated to above 280°F to induce cross-linking in the binder.

The present invention in its broadest terms, in a fourth aspect, encompasses a thermoformable filter material comprising a glass fibre blend comprising (A) chopped strand fibres and (B) glass wool, and (C) a thermoplastic polymeric binder having one, some or all of the following characteristics:

1. for the chopped strand fibres:
 - (a) they are present at from 5 to 35%, preferably 8 to 15%, by weight;
 - (b) they have average fibre lengths of 3 to 19mm;
 - (c) they have average fibre diameters of 6 to 20 micrometers;
2. for the glass wool
 - (a) this is present as the balance (i.e. the percentage by weight of glass wool and chopped strand fibres total 100%);
 - (b) the wool has average fibre lengths of 0.1 to 5mm;
 - (c) the wool has average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers;
3. the binder is capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature above 280°F and/or the binder is present at an amount from 2 to 30% by weight of total glass fibre blend and binder;
4. the material has:
 - (a) a thickness of from 0.012 to 0.040 inches;
 - (b) a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width;
 - (c) a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width; and
 - (d) a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

Preferred features and characteristics of one aspect of the present invention are as for another aspect mutatis mutandis.

The invention will now be described by way of example with reference to the accompanying Example, which is provided for means of illustration and is not to be taken as being limiting on the present invention.

Example 1

A blend of chopped strand glass filament or fiber (diameter 6.5 μ m) with flame blown glass microfiber or wool (diameter 0.65-2.7 μ m) was prepared from the following components:

<u>Glass Fiber</u>	<u>Nominal Diameter, μm</u>	<u>Nominal Length, mm</u>
Code 104	0.4	0.2-1
Code 106	0.65	0.5-0.8
Code 110	2.7	0.8-1.2
DE 1/2" 636	6.5	12.5

The code 104, 106 and code 110 are glass microfibers produced by Manville Corp. from a type 475 borosilicate glass. The DE 1/2" 636 is manufactured by Owens-Corning from conventional E glass. Three different blends of the fibers were prepared in the following parts by weight:

<u>Glass Fiber</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
Code 104	4.4	2.5	8.4
Code 106	70.5	60.6	46.3
Code 110	15.7	17.4	36
DE 1/2" 636	9.4	9.5	11.3

The fibers were blended to form a slurry at a solids level of 5% in water adjusted to pH 2.7 with sulfuric acid. The slurry was formed in a high shear mixing vat. After initial dispersion and blending the slurry was diluted to 2% by weight and metered to the headbox of a Fourdrinier where it was further diluted to a solids content of approximately 0.1-0.5% to assure even fiber distribution. After initial formation of

a fibrous mat on the Fourdrinier screen each of blends A and B was saturated with an aqueous dispersion containing 3-5% by weight of binder. The binder consisted of a mixture of 30 parts by weight of a copolymer of vinylidene chloride and acrylic ester (GEON 660X14) having a T_g of 14°C, and 70 parts by weight of a copolymer of vinyl chloride/acrylic ester (GEON 460X47) having a T_g of 46°C., both copolymers being provided with inherently heat reactive self-cross linking amide functional side groups activated at a temperature of 280°F. Such copolymers are available from the B.F. Goodrich Co. Excess binder and water were removed on the Fourdrinier screen and the glass fiber-binder web was dried in the usual manner on steam heated drying cans. Three different webs having three different basis weights of 55, 62 and 70 lb/3000 sq.ft. were thus prepared.

Fiber blend C was also treated as described above except that the binder consisted of 15 parts by weight of GEON 660x14 and 85 parts of GEON 460X57; the resultant web had a basis weight of 70 lb/3000 sq.ft.

The characteristics of the four webs were as follows:

	<u>Test Procedure</u>	<u>Fiber Blend</u>			
		<u>A</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
Binder, wt. percent	TAPPI T 413-80	5.5	5.5	5.5	5.4
Basis wt, lb/3000 sq.ft.	TAPPI T 410-79	55	62	70	70
Caliper, in.	TAPPI T 411-76	0.019	0.022	0.025	0.025
Tensile (MD), lb/in.width*	TAPPI T 494-70	8.0	11.0	13.0	9.6
Elongation (MD), percent*	TAPPI T 494-70	1.6	1.6	1.5	1.1
Tensile (CD), lb/in.width*	TAPPI T 494-70	5.5	8.0	10.0	6.8
Elongation (CD), percent*	TAPPI T 494-70	1.9	1.9	2.2	1.4
Gurley Stiffness (MD),mg.	TAPPI T543-84	1800	2600	3400	2967

*at 72°F.

Each sheet was capable of being heated with infra-red to a temperature of 300°F, then rapidly passed while still hot between a pair of polyurethane embossing rolls, thus being subjected to embossing over a rib or boss having a cross section in the form of a segment of a circle with a height of 2mm and a width of 8.5mm without splitting or cracking. Each sheet was also capable of being scored and folded to form pleats from 1 inch to about 9 inches in height, the opposing faces of the pleats being maintained in spaced relation by the embossments at a pleat density of 4-12 pleats per inch. Following the scoring and embossing steps, the temperature of the web was raised to above 280°F to bring about cross linking of the binder, thus increasing the stiffness and form-retaining characteristics of the filter web. The finished pleated and folded filter medium in each case retained its spacing between pleats under a variety of conditions and displayed high air filtration efficiency as shown by the following test results:

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Air Resistance, mm H ₂ O (ASTM F-778-82)	38	38	46	34.5
DOP Penetration, % (ASTM D2986-71)	0.005	0.009	0.001	0.015

In general, the products of the present invention, when embossed and completely cross-linked, display an air resistance (ASTM F-778-82) of 0.5 to 70 mm H₂O and a DOP Penetration (ASTM D2986-71) of 0 to 99%. When the binder content of the product of this invention is below 7%, the filters constructed with proper sealant are capable of passing UL 900, class 1.

CLAIMS

1. A thermoformable filter material comprising:

a glass fibre blend comprising (A) 5 to 35% by weight of chopped strand fibres having average fibre lengths of 3 to 19mm and average fibre diameters of 6 to 20 micrometers, and (B) the balance glass wool having average fibre lengths of 0.1 to 5mm and average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers;

a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature above 280°F,

the amount of the binder being from 2 to 30% by weight of the total glass fibre blend and binder,

the material having a thickness from 0.012 to 0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width, and a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

2. A thermoformable filter material as claimed in claim 1 which exhibits an elongation of at least 2.0% without cracking or splitting during embossing at 200°F over a boss having a cross section in the form of a segment of a circle having a height of 2mm and a width of 8.5mm.

3. A thermoformable filter material as claimed in claim 2 which retains a permanent elongation of at least 1.0% within the embossment after cross-linking and cooling to room temperature.

4. A thermoformable filter material as claimed in any

of claims 1 to 3 in which the fibre blend comprises 8 to 15% by weight of the chopped strand fibres, the balance being the glass wool.

5. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 4 wherein the amount of the binder is from 3 to 6% by weight.

6. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 5 which has a basis weight from 55 to 75 lb/3000 sq.ft. width.

7. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 6 which retains a permanent elongation of 1 to 5% within an embossment after cross-linking and cooling.

8. A thermoformable filter material material as claimed in any of claims 1 to 7 wherein the chopped strand fibres have average fibre lengths of 6 to 13mm.

9. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 9 wherein the glass fibre wool has average fibre lengths of 1 to 3mm.

10. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 9 which has a thickness from 0.012 to 0.030 inches.

11. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 10 which has a Gurley stiffness (MD) of at least 1500mg.

12. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 11 wherein the binder is a vinyl or vinylidene polymer or copolymer.

13. A thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 12 which is a vinylidene chloride/acrylic ester copolymer.

14. A process for the preparation of a thermoformable filter material, the process comprising admixing:

(A) 5 to 35% by weight of chopped strand fibres having average fibre lengths of 3 to 19mm and average fibre diameters of 6 to 20 micrometers;

(B) the balance of glass wool having average fibre lengths of 0.1 to 5mm and average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers; and

(C) a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature above 280°F, thereby forming a material having a thickness from 0.012 to 0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width, and a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

15. A process as claimed in claim 14 wherein the admixing is by wet blending.

16. A process as claimed in claim 14 or 15 wherein the admixing is to form a slurry.

17. A process as claimed in any of claims 14 to 16 wherein the chopped strand fibres and glass wool are first blended to form a glass blend and contacted with

an aqueous dispersion of the binder.

18. A process as claimed in claim 17 additionally comprising drying the glass blend and binder.

19. A process for the preparation of a filter, the process comprising embossing and/or pleating a thermoformable filter material, the material comprising:

a glass fibre blend comprising (A) 5 to 35% by weight of chopped strand fibres having average fibre lengths of 3 to 19 mm and average fibre diameters of 6 to 20 micrometers, and (B) the balance glass wool having average fibre lengths of 0.1 to 5mm and average fibre diameters of 0.2 to 6 micrometers;

a thermoplastic polymeric binder capable of undergoing cross-linking upon heating to a temperature of above 280°F; the amount of the binder being from 2 to 30% by weight of the total glass fibre blend and binder;

the material having a thickness from 0.012 to 0.040 inches, a tensile strength (MD) from 4 to 25 lb/inch width and a tensile strength (CD) from 2 to 12 lb/inch width, and a basis weight from 40 to 100 lb/3000 sq.ft.

20. A process as claimed in claim 19 which is preceded by scoring the material to assist pleating.

21. A process as claimed in claim 19 or 20 additionally comprising embossing the material.

22. A process as claimed in claim 21 wherein the

material is heated up to about 300°F and passed through embossing rolls.

23. A process as claimed in claim 23 wherein the heating is by infra-red radiation.

24. A process as claimed in any of claims 19 to 23 wherein the material is heated to above 280°F to induce cross-linking in the binder.

25. A thermoformable filter material prepared by a process as claimed in any of claims 14 to 18.

26. A filter prepared by a process as claimed in any of claims 19 to 24 and/or comprising a thermoformable filter material as claimed in any of claims 1 to 13.

27. A thermoformable filter material substantially as herein described.

28. A filter substantially as herein described.

29. A process for the preparation of a thermoformable filter material substantially as herein described.

30. A process for the preparation of a filter substantially as herein described.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.